



Munich Personal RePEc Archive

**Transport infrastructure: an analysis
with applied models of general
equilibrium.**

Araújo, Maria da Piedade and Guilhoto, Joaquim José
Martins

2008

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31412/>
MPRA Paper No. 31412, posted 10. June 2011 / 18:49

INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DE MODELOS APLICADOS DE EQUILÍBRIO GERAL INTER-REGIONAL

Maria da Piedade Araújo

*Curso de Ciências Econômicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE, campus de Toledo
dadepi@unioeste.br; madadepi@yahoo.com.br*

Joaquim José Martins Guilhoto

*Departamento de Economia, FEA – Universidade de São Paulo
REAL, University of Illinois; Pesquisador do CNPq
E-mail: guilhoto@usp.br*

RESUMO

Este trabalho analisa os impactos da implementação de projetos de infra-estrutura de transporte sobre o crescimento econômico nacional e regional. O arcabouço metodológico consiste da integração de um modelo de transporte a um modelo aplicado de equilíbrio geral inter-regional. Foram avaliados os impactos sobre a economia nacional e regional da duplicação da rodovia federal BR-101. A melhoria da BR-101, uma das mais importantes ligações rodoviárias entre as regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país, apontam para difícil situação da região Nordeste em relação às demais regiões brasileiras. Os resultados de longo prazo mostram uma perda relativa do Nordeste em relação às regiões mais dinâmicas do país, quando se considera a variação do PIB. Ou seja, a melhoria da infra-estrutura num contexto inter-regional, implica que regiões mais dinâmicas atraem para si os benefícios de um melhor fluxo de comércio. Neste sentido, a dependência do Nordeste com respeito ao comércio intra-regional é exacerbada com a melhoria da acessibilidade entre as regiões.

Palavras-chave: Modelo aplicado de equilíbrio geral; Infra-estrutura de transporte; Desenvolvimento regional, BR-101.

ABSTRACT

This work analyses the impacts of the implementation of transportation infrastructure projects over the regional and national economic growth. The methodological framework consists in the integration of a transportation model with an interregional applied general equilibrium model. The simulations are conducted to access the impacts on the national and regional economies due to the duplication of the federal highway BR-101. The improvement of BR-101, one of the most important road linking between the regions Northeast, Southeastern and South of the country, points with respect to difficult situation of the Northeast region in relation to the too much Brazilian regions. The results of long run show a relative loss northeast in relation to the regions most dynamic of the country, when the variation of the GDP is considered. That is, the infrastructure improvement in an interregional context, imply that more dynamic

regions attract for itself the benefits of one better flow of commerce. In this sense, the northeast dependence with respect to the intraregional trade is extended with the improvement of the accessibility between regions.

Keywords: Applied general equilibrium model: Transport infrastructure; Regional development, BR-101.

1 Introdução

Uma adequada provisão de infra-estrutura de transporte é uma condição necessária para que o pleno benefício da competição seja realizado. Assim, a infra-estrutura de transporte é um fator essencial para decisões de localização e é fonte de crescimento e emprego. Neste sentido, a disponibilidade de infra-estrutura de transporte tende a influenciar sobremaneira os fluxos de comércio, determinando os custos das relações comerciais entre firmas e consumidores espacialmente dispersos nas diversas regiões brasileiras.

LAVINAS et al. (1997) colocam que a existência de uma desigual distribuição no espaço da infra-estrutura pode continuar sendo um impeditivo para o necessário crescimento de longo prazo. Essa infra-estrutura é necessária no enfrentamento da abertura econômica que possa baratear custos e reduzir ineficiências no uso do tempo. No Brasil, a equalização das condições de infra-estrutura e de bem-estar permanece, portanto, no elenco das demandas de primeira necessidade. São elas que podem conduzir a um novo modelo de desenvolvimento regional não apenas mais equilibrado, mas também alicerçado em bases endógenas, sólidas e de longo prazo.

Assim, a existência de uma adequada infra-estrutura é um fator determinante no incentivo à produção e ao emprego, e condiciona as decisões de investimento ao relacionar-se ao retorno esperado das inversões de capital (CNI, 2002, p.23). Não há dúvida que existe um consenso em torno desta afirmativa. No entanto, é difícil avaliar a evidência empírica devido às dificuldades para analisar causa e efeito dos investimentos em infra-estrutura de transporte quando produto e emprego são determinados por muitos outros fatores.

Com o objetivo de sumarizar as possíveis relações entre infra-estrutura de transporte e desigualdade regional no Brasil, a Tabela 1 apresenta os dados regionais de

PIB *per capita*, participação populacional, participação territorial e densidade de transporte. O PIB *per capita* está medido em R\$ de 2000. A disponibilidade de infraestrutura rodoviária foi medida a partir do total de quilômetros de rodovia pavimentada de cada região.

Tabela 1 - Distribuição regional do PIB *per capita*, participação populacional, participação territorial e densidade de transporte rodoviário, 2000

Região	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Participação Populacional (%)	Participação Territorial (%)	Densidade de Transporte (km/1000 km ²)
Norte	3.926	7,6	45,2	3,2
Nordeste	3.019	28,1	18,3	29
Centro Oeste	6.578	6,9	18,9	12,9
Sudeste	8.788	42,6	10,8	58,4
Sul	7.708	14,8	6,8	56,07
Brasil	9.883	-	-	19,3

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e GEIPOT¹.

A densidade de transporte rodoviário brasileira é considerada baixa (19,3 km/1000 km²) quando comparada a países de extensão territorial similar, como Canadá (39,6 km/1000 km²) e México (45,3 km/1000 km²), por exemplo.

Há uma relativa concentração da riqueza do país na região Sudeste; esta realidade é reforçada pelos dados do PIB *per capita*. Comparando as regiões Sudeste e Nordeste, o PIB *per capita* da primeira foi, em 2000, quase três vezes o da segunda, enquanto a população da região Sudeste não chegou ao dobro da região Nordeste. Considerando que a região Nordeste tem quase o dobro da área da região Sudeste, a segunda tem uma densidade de transporte quase duas vezes maior. Isto mostra que independente das condições físicas das pistas de rolamento, a região Sudeste tem uma disponibilidade de rodovias bem superior à região Nordeste.

Deve-se ressaltar também, a considerável diferença entre os dados da região Sul e Nordeste. O PIB *per capita* do nordeste foi apenas 39% do valor da região Sul, tendo

¹ Os dados do IPEADATA foram utilizados para calcular o PIB *per capita* e participação territorial. Os dados do GEIPOT foram utilizados para calcular a densidade de transporte rodoviário.

esta uma densidade de transporte consideravelmente maior, com uma área quase três vezes menor; sem considerar que a população nordestina é o dobro da sulista.

A região Centro-Oeste por sua vez, em termos territoriais se equipara à região Nordeste, mas com uma densidade de transporte menor, PIB *per capita* duas vezes superior e uma população relativamente pequena. A região Norte pode ser considerada uma exceção, pois grande parte da sua área territorial é coberta pela floresta amazônica. Neste sentido, era de se esperar baixa densidade de transporte, mas chama a atenção para um PIB *per capita* superior ao da região Nordeste.

Neste íterim, o transporte, como os demais segmentos da infra-estrutura econômica, deve fazer parte de uma estratégia de planejamento público de longo prazo. Ao longo do tempo, o Brasil assistiu, nos vários Planos de Governo, propostas para melhorar a infra-estrutura econômica, cabendo à infra-estrutura de transporte a função de encurtar as distâncias entre as regiões e de aumentar o acesso a bens e serviços pela população. Diante da necessidade de redução das desigualdades regionais, pode-se inferir que a integração competitiva do território nacional passa pela coordenação e pelo investimento em infra-estrutura de transporte, buscando minimizar os gargalos na infra-estrutura, que podem ser considerados obstáculos à valorização das complementaridades inter-regionais. Considerando a necessidade de investimentos e a escassez cada vez maior de recursos para este fim, torna-se importante desenvolver estudos que permitam auxiliar na identificação de prioridades dos diferentes projetos de melhorias na infra-estrutura de transporte, levando-se em consideração o impacto sobre o crescimento econômico e a equidade regional.

Neste sentido, os modelos aplicados de equilíbrio geral, com uma abordagem inter-regional, se apresentam como uma importante ferramenta para avaliar os efeitos econômicos espaciais de investimentos em infra-estrutura de transporte. Estes modelos podem ser utilizados para auxiliar na identificação de prioridades dos projetos quanto ao impacto que os mesmos terão sobre o crescimento econômico, distribuição regional dos salários e população, dentre outras. Com esta modelagem é possível avaliar o efeito de transbordamento do investimento em infra-estrutura de transporte para além das fronteiras da região onde tal investimento foi implementado, como também hierarquizar os projetos de investimento diante dos seus impactos na economia.

Neste artigo o objetivo é avaliar os impactos da implementação de projetos de investimento em infra-estrutura de transporte rodoviária sobre o crescimento da economia brasileira numa abordagem inter-regional. Este trabalho toma como caso ilustrativo, o impacto da duplicação da rodovia federal BR-101.

A hipótese básica é que numa economia com a dimensão territorial como a brasileira e com as disparidades regionais tanto de renda como de infra-estrutura de transporte rodoviária, uma melhoria na acessibilidade relativa entre as regiões pode exacerbar estas disparidades.

2 Apresentação da rodovia BR-101

A BR-101 é a segunda maior rodovia federal, com 4.551 quilômetros de extensão, atravessando quase todo o litoral brasileiro, conforme Figura 1. Ela vai do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, passando por grandes cidades como Natal (RN), João Pessoa (PB), Recife (PE), Maceió (AL), Aracaju (SE), Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ), Santos (SP), Florianópolis (SC) até chegar à cidade Rio Grande (RS).



Figura 1- Traçado da BR-101

Fonte: Brasil (2003a)

As condições físicas da BR-101 para o ano de 2000 são apresentadas na Tabela 1. Apesar da situação atual ser um pouco melhor, pois parte dos trechos que se

encontrava em obra de duplicação foi duplicado, a maioria dos trechos dessa rodovia ainda é de pista simples.

Mesmo com o processo de duplicação de alguns trechos em andamento, a condição de tráfego da BR-101 pode ser considerada ainda insatisfatória, principalmente na porção nordeste do país. Quase metade da extensão da BR-101 (42,4%) encontra-se na região Nordeste, mas apenas 23,8% do total duplicado localizam-se nesta região.

Tabela 2 - Condição da BR-101 e participação por região

BR-101		Participação por região (%)	
Extensão	4551,4 Km	Nordeste	42,44
Início	Rio Grande do Norte	Sudeste	34,65
Fim	Rio Grande do Sul	Sul	22,91
Duplicada	312,7 km (6,9%)		
Obra de Duplicação	252,6 km (5,5)		
Pista simples	3518,7 km (77,3%)		
Outras Condições ²	467,4 km (10,3)		

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de BRASIL (2003a).

O trecho localizado na região Nordeste é a principal ligação entre as capitais litorâneas nordestinas e o centro-sul do país. O trecho nordeste da BR-101 atende a um tráfego crescente e possui importância estratégica para a região em termos de circulação de produtos e pessoas, pois interliga os portos de Areia Branca e Natal (RN) com os portos de Cabedelo (PB), Recife e Suape (PE), garantindo, assim, o transporte inter e intra-regional. A zona litorânea cortada pela BR-101, na região Nordeste, concentra a maior estrutura produtiva da região, englobando a agroindústria canavieira, indústrias e serviços, em especial o turismo (CENTRAN, 2006).

² As outras condições referem-se a: estrada de terra, estrada implementada (em operação) e planejada (pode estar em leito natural ou ainda não existir).

A rodovia BR-101 nasceu na região Sul, sendo chamada até 1959 de BR-59. Seu traçado transpunha as três capitais desta região. Segundo ABREU (2006), a BR-101 exerceu um importante papel desenvolvimentista para o Estado de Santa Catarina, facilitando o acesso a todos os portos do Estado – São Francisco do Sul, Itajaí e Imbituba. Os investimentos na duplicação da BR-101 na região Sul objetivam permitir o escoamento da produção agrícola e incrementar o potencial turístico da região, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social, tornando-se também uma importante alternativa rodoviária para acesso ao porto de Rio Grande. Com a duplicação espera-se aumentar a capacidade do tráfego, reduzir o custo do transporte na região, possibilitar o intercâmbio da produção regional e oferecer transporte seguro aos usuários.

De maneira geral, o governo tem mostrado uma preocupação com a necessidade de melhoria da infra-estrutura de transporte como condição necessária ao crescimento da economia. Em palestra apresentada em Brasília em julho de 2003, intitulada “Transporte, infraestrutura para o desenvolvimento econômico e social do País” (BRASIL, 2003), o Governo Federal explicita os projetos mais relevantes a serem implementados no Plano Plurianual e, dos 75 projetos elencados, 39 são projetos rodoviários. Há uma preocupação com a adequação dos corredores de transporte, principalmente com o intuito de reduzir o custo do transporte de cargas. Com o objetivo de ilustrar o apresentado no documento citado, tem-se a Figura 2. Dentre os vários projetos chaves para o desenvolvimento, a duplicação e adequação da rodovia BR-101 é apresentado como fundamental para melhoria da logística entre as principais regiões do país, sendo uma das mais importantes rodovias do corredor Mercosul.



Figura 2 - Alguns dos projetos-chave para o desenvolvimento

Fonte: Brasil (2003)

Diante dessa situação, a simulação empreendida foi melhorar alguns trechos dessa rodovia, considerando a realidade no ano de 2000, para verificar o impacto tanto na economia nacional quanto regional da duplicação dos trechos não duplicados.

3 Modelo³

O arcabouço metodológico consiste da integração de um modelo de transporte a um modelo aplicado de equilíbrio geral. O ponto de partida é o Modelo Inter-regional para a economia Brasileira – MIBRA (CASIMIRO FILHO et al., 1999)⁴. Este modelo vem sendo desenvolvido na Esalq/USP desde 1999. Desde a sua implementação o modelo tem sido usado para avaliar o impacto de diferentes políticas numa abordagem inter-regional. O modelo de transporte tem por objetivo medir a mudança na distância inter-regional e na acessibilidade por projeto de investimento em transporte, enquanto o modelo aplicado de equilíbrio geral estima os efeitos econômicos espaciais destes projetos sobre o Produto Interno Bruto -PIB, distribuição regional do salário, população,

³ Para uma descrição pormenorizada das variáveis e equações do modelo de equilíbrio geral, consulte ARAÚJO (2006).

⁴ CASIMIRO FILHO, F.; ROCHA, M.T.; LIMA, P.V.P.S.; MIRANDA, S.H.G. **Modelo inter-regional brasileiro: MIBRA USP**. Piracicaba, 1999. 50 p. Relatório final da disciplina de Modelos Aplicados de Equilíbrio Geral.

nível de preço, dentre outros indicadores. O ano de referência é 1999. O modelo foi construído para seis regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sudeste, Centro Oeste, Sul e São Paulo), e tem detalhes para 29 setores. O MIBRA é baseado no Modelo Multiregional e Multissetorial para a Economia Australiana, MONASH-MRF (PETER et al., 1996), que por sua vez tem o seu *core* baseado no ORANI, um modelo de equilíbrio geral nacional para a economia australiana (DIXON et al., 1997).

Partindo-se do pressuposto que uma dada região é atrativa devido às facilidades de ligações espaciais com as demais regiões, o modelo de transporte torna-se um instrumental importante no sentido não só do fornecimento de distâncias físicas entre as regiões de interesse, mas também da distância econômica entre elas. Quando se tem uma matriz de origem-destino com rotas de distância mínima (distância física) e, além disso, o tempo necessário para se percorrer esta distância, pode-se transformar esta distância física em distância econômica, pois se torna possível quantificar em termos de custo monetário a distância entre duas regiões (ISARD; BRAMAHALL, 1960). Além da distância física e econômica, uma dada região pode ser considerada mais ou menos distante das demais quando se introduz no modelo de transporte outras variáveis capazes de influenciar, de alguma forma, os demandantes de bens e serviços. Desta forma, torna-se possível construir um modelo de transporte utilizando o conceito de acessibilidade.

3.1 Equilíbrio geral e o modelo de transporte

Partindo-se do pressuposto que uma dada região é atrativa devido às facilidades de ligações espaciais com as demais regiões, um modelo de transporte torna-se um instrumental importante não só do fornecimento de distâncias físicas entre as regiões de interesse, mas também da distância econômica entre elas. Quando se tem uma matriz de origem-destino com rotas de distância mínima (distância física) e, além disso, o tempo necessário para se percorrer esta distância, pode-se transformar esta distância física em distância econômica, pois se torna possível quantificar em termos de custo monetário a distância entre duas regiões. O frete para cargas rodoviárias é um bom indicador de distância econômica entre pares de origem-destino (ISARD; BRAMAHALL, 1960). Além da distância física e econômica, uma dada região pode ser considerada mais ou menos distante das demais quando se introduz no modelo de transporte outras variáveis

capazes de influenciar, de alguma forma, os demandantes de bens e serviços. Desta forma, torna-se possível construir um modelo de transporte utilizando o conceito de acessibilidade.

A acessibilidade é entendida como uma facilidade na interação espacial ou o potencial de contato entre as atividades das regiões. Assim, no modelo de transporte implementado por Kim, Hewings e Hong (2002) e por Kim e Hewings (2003), o índice de acessibilidade é um módulo espacial de transporte que é modelado exogenamente, sendo agregado ao modelo de equilíbrio geral através do módulo de produção.

O índice de acessibilidade utilizado por Kim, Hewings e Hong (2002) e Kim e Hewings (2003) tem sua fundamentação no modelo de gravidade, uma vez que o mesmo oferece uma boa aplicação do método de interação espacial.

De acordo com Nijkamp e Rietveld (1986), os modelos do tipo gravidade têm se tornado um elemento integrado de alguns modelos econômicos multiregionais. Segundo os autores, em modelos multiregionais desenvolvidos por Harris (1954), medidas de acessibilidade são usadas para explicar movimentos dos fatores de produção, fluxo de produtos ou incrementos na produção. Os modelos de gravidade também são usados para determinar o impacto da localização de propriedades sobre a mobilidade dos fatores e padrões de investimento.

A localização de atividades econômicas gera uma demanda por transporte que é representada geograficamente por um conjunto de pares de origem-destino. Modelos de interação tipo-gravidade oferecem uma metodologia para avaliar a demanda de transporte entre um conjunto de localizações. A fundamentação teórica para o índice de acessibilidade utilizado pelos autores é apresentada em detalhes no trabalho de Isard e Bramahall (1960). Neste trabalho, o modelo de gravidade desenvolvido permite a definição de um esboço da área de interação de um pólo, levando em conta o poder de atração determinado positivamente pela intensidade do fluxo de comércio e negativamente pela distância geográfica, refletida economicamente no custo de transporte por unidade do produto transportado.

Existem outros indicadores de acessibilidade definidos na literatura e, conforme Gutiérrez e Urbano (1996), a maior parte dos indicadores tentam expressar a maior ou menor facilidade às atividades ou centros de atividade. Quando o interesse recai sobre o desenvolvimento regional, os autores ressaltam para a importância de medir a

acessibilidade para as principais redes de fluxos econômicos. Em estudo realizado por estes autores para medir a acessibilidade na União Européia, objetivando avaliar o impacto da rede rodoviária “*trans-European*”, o indicador de acessibilidade utilizado consistiu do cálculo de uma média ponderada de impedâncias separando cada elo de ligação dos centros de atividades econômicas através da rede rodoviária, com o uso de uma matriz de distância mínima.

Neste trabalho o índice de acessibilidade implementado é baseado no trabalho de Gutiérrez e Urbano (1996), por se acreditar que a utilização da média de impedâncias ponderada pelo PIB seja mais apropriada à realidade brasileira, ao invés do modelo potencial, bem como da maior facilidade operacional deste índice.

O índice de acessibilidade baseado na média ponderada é definido pela eq. 1.

$$IA_i = \frac{\sum_{j=1}^n (I_{ij} PIB_j)}{\sum_{j=1}^n PIB_j} \quad (1)$$

em que:

IA_i = índice de acessibilidade do nó i - origem;

I_{ij} = impedância através da rede entre os nós i e j- destino;

PIB_j = produto interno bruto do centro de atividade econômica de destino.

Neste trabalho o índice i corresponde às seis regiões de estudo (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, São Paulo, Resto do Sudeste e Sul). Assim, será definida uma matriz de índice de acessibilidade entre as regiões, formando pares de origem e destino.

Os centros de atividades econômicas são as capitais dos Estados brasileiros. Devido à ausência de dados disponíveis sobre PIB para as capitais brasileiras, foi utilizado o PIB dos estados como proxy para os PIB's das capitais. O PIB é usado para ponderar a importância da impedância de rota mínima de acordo com o centro de atividade de destino.

A impedância por rodovia entre os nós de origem e o centro de destino é a soma da impedância dos arcos (I_a) e dos nós (I_n) que cruzam as rotas mínimas, conforme eq. 2.

$$I = \sum I_a + \sum I_n \quad (2)$$

Estas impedâncias foram estabelecidas de acordo com o seguinte critério.

a) Impedância no Arco. O tempo despendido na viagem é a variável básica levada em conta no cálculo desta impedância. Inicialmente foi estabelecida uma matriz de distância mínima entre todas as capitais brasileiras (dimensão 26x26). Para se construir esta matriz foi utilizado o roteirizador rodoviário Maplink. Com este roteirizador foi possível estabelecer uma matriz de distância mínima entre as capitais, com todas as rodovias utilizadas em cada rota, bem como as condições de uso dos trechos rodoviários. Para transformar a distância física em tempo foi utilizada uma estimativa de velocidade por tipo de rodovia, conforme Tabela 3. A matriz de distância mínima gerada passou a ter dimensão 208x26 devido às diferentes condições das pistas de rolamento da rodovia.

Tabela 3 - Velocidade média por tipo de rodovia – característica da pista de rolamento

Tipo da Rodovia	Velocidade (km/h)	Descrição da condição física da rodovia
Tipo 1	100	Pista dupla
Tipo 2	90	Pista em obra de duplicação
Tipo 3	80	Pista dupla em mau estado
Tipo 4	80	Pista simples
Tipo 5	70	Pista simples em obra de pavimentação
Tipo 6	60	Pista simples em mau estado
Tipo 7	40	Pista de terra
Tipo 8	05	Balsa

Fonte: Elaborado a partir de informações do MapLink.

A velocidade utilizada na Tabela 3 refere-se a uma média entre a velocidade máxima admitida para ônibus e caminhões e veículos leves. Apesar da distância percorrida por balsa ser pequena em relação ao total, optou-se por utilizá-las, pois a ligação entre algumas capitais da região Norte é feita necessariamente por balsa devido à inexistência de estradas.

Com estas informações foi calculada a impedância no arco de acordo com a equação 3.

$$I_a = \frac{distância(km)}{velocidade(km/h)} \quad (3)$$

b) Impedância no Nó. A impedância no nó é uma penalização introduzida na matriz de distância para simular o efeito de demora ao se trafegar em grandes centros. A utilização de uma função logarítmica é devido ao fato da demora associada ao cruzamento através de grandes aglomerações não aumentar linearmente com o tamanho da mesma.

$$I_n = 15 * \log(P * 10) \quad (4)$$

em que,

I_n = impedância associada ao cruzamento através do nó n,

P = população vivendo dentro do nó n.

Enquanto o modelo de transporte fornece a interação entre as regiões o modelo de equilíbrio geral especifica o comportamento da oferta e demanda de produtores, família, e governo em uma economia real, determinando preços e quantidade simultaneamente. Neste sentido, no modelo MIBRA as equações que especificam preços de venda têm como pressuposto lucro puro zero. Ou seja, o preço que os diferentes usuários pagam pelo bem i produzido na região s e consumido na região q é igual à soma de seu valor básico mais impostos e os serviços de margens. Assim, o valor de aquisição para a produção corrente do bem i, produzido na origem s pelo setor j e consumido no destino q ($PVAL1A_{i,s,j,q}$) pode ser definido pela eq. 5.

$$PVAL1A_{i,s,j,q} = BAS1_{i,s,j,q} + TAX1_{i,s,j,q} + \sum_1^6 MAR1_{i,s,j,q,r} \quad (5)$$

em que:

$BAS1$ = consumo intermediário;

$TAX1$ = impostos que incidem sobre o consumo intermediário;

$MAR1$ = margens utilizadas na distribuição dos bens;

i = representa commodity;

s = regiões domésticas mais o exterior;

j = indústrias;

q = regiões domésticas;

r = commodities usadas como margens.

Ressalte-se que a eq. (5) é representativa apenas de um dos usuários definidos na matriz de absorção. Assim, o modelo especifica uma equação de preço para cada diferente usuário.

Os serviços de margens de transporte especificados no modelo de equilíbrio geral podem ser traduzidos na aquisição por parte das firmas de um determinado bem, denominado *margem*, necessário ao fluxo de bens e serviços entre os pares de origem e destino. Assim, uma redução da necessidade de aquisição do bem denominado “*margem de transporte*” pode ser traduzida como uma redução de custo de transporte por parte dos demandantes dos serviços de margens. No modelo de equilíbrio geral os demandantes de insumos intermediários, bens de capital, famílias e exportação, demandam os serviços de margens nos fluxos consumidos. No modelo MIBRA considera-se que as margens sejam produzidas na região de destino para os produtores (usuário 1), investidores (usuário 2) e família (usuário 3). Para os exportadores (usuário 4) a *margem* é produzida na região de origem.

Por definição, uma menor necessidade de uso do “*bem margem*” pode ser traduzida como uma redução de custo, ao reduzir o preço pago pelos usuários. No modelo de equilíbrio geral é especificado um conjunto de equações representativas da demanda pelo “*bem margem*” por parte de todos os usuários. Genericamente, o modelo MIBRA⁵ utiliza a eq. 6, para definir a variação percentual na demanda por margens.

$$xlmarg_{i,s,j,q,r} = xla_{i,s,j,q} + al marg_{q,r} \quad (6)$$

Por uma questão de convenção, o código TABLO, do modelo de equilíbrio geral, utiliza letras maiúsculas para designar variável com valor em nível e letras minúsculas para variações percentuais. Assim, $xlmarg_{i,s,j,q,r}$ representa uma variação percentual na demanda por *margem* do tipo *r*, do insumo *i* produzido na região *s* e, utilizado pela indústria *j* na região de destino *q*. Por sua vez, $xla_{i,s,j,q}$ é a variação percentual na demanda por insumos para a produção corrente (usuário 1) e $al marg_{q,r}$ é a variação técnica no uso das margens na produção corrente (usuário 1). Para simular os efeitos de melhorias na infra-estrutura rodoviária sobre a economia nacional e nas diferentes regiões, o modelo de transporte, aqui definido como o índice de

⁵ Para uma descrição pormenorizada do modelo aplicado de equilíbrio geral e do modelo de transporte consulte ARAÚJO (2006).

acessibilidade, foi integrado ao modelo de equilíbrio geral através das equações definidores de demanda por margens.

Considerando que a análise somente sobre o modal rodoviário, foram feitas alterações no código TABLO para a inserção do índice de acessibilidade nas equações desejadas. De forma genérica, a eq.(6), tornou-se a eq.(7).

$$xlmarg_{i,s,j,q,r} = xla_{i,s,j,q} + almarg_{q,r} + indaccess_{s,q} \quad (7)$$

O $indaccess_{s,q}$ mede uma variação percentual no índice de acessibilidade. Por ser necessariamente uma variável exógena ao modelo, é ela quem sofrerá o choque, afetando assim a utilização da margem de transporte, conforme eq. (8).

$$MAR1_{i,s,j,q,r} = p0a_{r,q} * xlmarg_{i,s,j,q,r} \quad (8)$$

Em que, $p0a_{r,q}$ é o preço básico da economia por tipo de margem (r) e por região (q).

As seguintes etapas foram seguidas na fase de simulação:

- 1) Inicialmente foi calculado o índice de acessibilidade conforme metodologia anterior. A matriz de acessibilidade gerada se tornou o benchmark para as simulações;
- 2) Foi necessário fazer um mapeamento de todas as rotas que utilizavam a rodovia BR-101, sendo estabelecida a distância percorrida em cada trecho e as condições físicas das pistas de rolamento nestes trechos;
- 3) Após o mapeamento das rotas, a simulação consistiu da duplicação dos trechos não duplicados;
- 4) Após utilizar o software GEMPACK para fazer estas simulações, foi gerada uma nova matriz de índice de acessibilidade refletindo a melhoria da rodovia tomada para análise. O programa automaticamente gerou uma matriz com a variação percentual no índice de acessibilidade, definida anteriormente como $indaccess$, sendo assim incorporado ao modelo de equilíbrio geral.

Com este procedimento, um novo cenário foi estabelecido na economia e os agentes tomarão suas decisões baseadas nele. Ao se simular esta melhoria na rodovia, o que se está fazendo é reduzindo a distância entre pares de origem/destino, o que por sua vez, diminui o valor absoluto do índice de acessibilidade. Quanto menor o valor do índice melhor é a acessibilidade da região de origem em relação a um destino específico. Assim, deseja-se que a variação percentual no índice seja negativa, o que no

modelo de equilíbrio geral se traduz numa menor utilização do bem denominado “margem de transporte rodoviário”.

Espera-se com a duplicação da rodovia e, conseqüentemente com a melhoria da acessibilidade, que haja alterações no fluxo de comércio entre as regiões, uma vez que melhor acessibilidade reduz a demanda pelo bem margem de transporte rodoviário, o que por sua vez reduz o custo de aquisição de bens. Menor demanda pela margem de transporte rodoviária faz reduzir o nível de atividade deste setor, o que por sua vez, libera fatores primários de produção (capital e trabalho), aumentando a disponibilidade dos mesmos na economia.

4.3 Fechamento do modelo

O fechamento do modelo e as hipóteses assumidas na sua construção estão relacionados com a teoria econômica adjacente. As simulações implementadas são de estática comparativa de curto e de longo prazo.

Por definição, no fechamento de curto prazo, o capital é fixo entre os setores e entre as regiões. No curto prazo, a variação no estoque de capital disponível para a produção (indexado por indústria e região) é exógena e a variação no estoque de capital agregado (indexado por região) é nula. Desta forma, a variação na taxa de retorno é definida endogenamente. Sob esta condição, as firmas no curto prazo não reavaliam decisões de investimento. Com o estoque de capital fixo, um choque exógeno no investimento alterará a razão investimento / capital (I/K).

Tratamento similar é dado à população, que também é considerada fixa. O diferencial de remuneração regional é constante e o salário real nacional é fixo. Dado que a oferta de trabalho é fixa e que o diferencial de remuneração regional é constante, variações na demanda por trabalho são supridas via variações na taxa de desemprego. Outra hipótese considerada neste fechamento é que a migração é uma decisão de longo prazo.

No fechamento de longo prazo tanto capital quanto trabalho podem se deslocar entre os setores e regiões. Agora, tanto a variação no estoque de capital disponível para a produção por setor e região, quanto a variação no estoque de capital agregado são definidos endogenamente. Assim, o capital e o trabalho se direcionam para os setores e regiões mais atrativos. O salário real nacional passa a ser definido endogenamente e,

conseqüentemente o salário real regional. Este fechamento permite flexibilidade ao mercado de trabalho regional.

Tanto no fechamento de curto quanto de longo prazo, o consumo das famílias, que é função da renda disponível, e o consumo do governo são definidos endogenamente.

5 Análise dos resultados

O elevado custo de transporte propaga-se entre os diferentes setores da economia, podendo reduzir sobremaneira a potencialidade e competitividade dos setores, com comprometimento a um adequado desenvolvimento tanto do mercado interno quanto externo do país. Por outro lado, a melhoria das condições de tráfego das rodovias e dos demais modais de transporte, reduz o custo das firmas, o qual produz um efeito multiplicador positivo nos vários setores da economia e, em última instância, no bem-estar da população.

A melhoria na infra-estrutura de transporte em uma dada região afeta não só as atividades econômicas desta região, como também das demais regiões através de alterações que possam vir a ocorrer no fluxo de comércio e de pessoas, devido a uma modificação no nível de acessibilidade.

Considerando que a condição das ligações rodoviárias é um fator importante na determinação do fluxo de comércio entre as regiões, a avaliação deste fluxo no ano base contribui com a análise dos resultados após as simulações que implementam melhorias nas rodovias. A relação de fluxo de comércio entre as regiões no que diz respeito a como a região se comportou no ano base, ou seja, como exportadora ou importadora, pode conduzir a reorientações no fluxo de comércio em benefício das regiões exportadoras; ou até mesmo das regiões mais deprimidas.

O fluxo de comércio agregado como um percentual do total é apresentado na Tabela 4. Na parte superior da tabela tem-se a origem dos bens e na parte inferior o destino. As entradas na diagonal de ambas as partes da tabela mostram a proporção das vendas e compras efetuadas dentro da própria região. Considerando a origem dos bens, a região Centro-Oeste é a mais dependente do comércio com o resto da economia. Em relação ao destino intra-regional, a região Norte é a que apresenta a menor proporção e a

região Nordeste a maior. Os dados mostram a grande dependência da região Nordeste como destino da sua própria produção. Em relação ao fluxo inter-regional, vê-se a importância do estado de São Paulo tanto como fornecedor quanto comprador das demais regiões. Ou seja, São Paulo é a maior fonte do fluxo de comércio externo das outras regiões.

Tabela 4 – Origem e destino do fluxo de comércio entre as regiões como um percentual do total -1999

Origem	Norte	Nordeste	Centro Oeste	São Paulo	Resto Sudeste	Sul	
Norte	70,77	1,04	1,20	2,14	0,86	0,73	
Nordeste	3,06	77,34	1,46	2,84	1,73	1,36	
Centro Oeste	3,45	0,87	67,29	1,96	1,69	2,04	
São Paulo	13,97	11,64	17,90	78,92	16,77	15,11	
Resto Sudeste	4,24	5,23	6,09	8,24	74,19	4,44	
Sul	4,51	3,88	6,06	5,89	4,76	76,32	
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Destino	Norte	Nordeste	Centro Oeste	São Paulo	Resto Sudeste	Sul	TOTAL
Norte	69,83	3,74	2,16	16,76	4,34	3,17	100,00
Nordeste	0,94	86,77	0,81	6,93	2,72	1,83	100,00
Centro Oeste	2,12	1,97	75,45	9,61	5,33	5,51	100,00
São Paulo	1,61	4,91	3,75	72,19	9,90	7,64	100,00
Resto Sudeste	0,85	3,83	2,22	13,10	76,10	3,90	100,00
Sul	1,03	3,26	2,53	10,74	5,59	76,85	100,00

Fonte: banco de dados do modelo MIBRA

Assim, a força de cada região em captar os benefícios da melhoria da infraestrutura rodoviária, dependerá do efeito substituição direto e indireto de preço, bem como do efeito-renda. Considere duas regiões q_m e q_x que comercializam entre si, sendo a primeira importadora e a segunda exportadora. Se os custos de transporte entre elas caírem, a região q_x produzirá mais para a região q_m , pois se tornará mais vantajoso importar de q_x ; este é o efeito-substituição direto. Há também um efeito indireto devido ao fato de que para produzir mais para q_m , q_x deverá demandar mais insumos e, com a melhoria da acessibilidade, as regiões exportadoras desses insumos se tornarão mais competitivas. Ressalte-se que as regiões importadoras também podem se tornar competitivas e começarem a exportar.

A análise desse fluxo de comércio contribui também para o entendimento de uma força contrária ao efeito substituição, que é o efeito-renda. A melhoria na acessibilidade,

como visto anteriormente, proporciona um efeito positivo na demanda pelos bens produzidos pela região exportadora qx devido ao efeito-substituição direto e indireto, pois os bens produzidos nesta região ficam mais baratos. A demanda pelos bens dessa região também se eleva devido ao efeito-renda, pois a renda real se eleva. Como consequência de uma demanda aquecida, tem-se a elevação dos preços. O saldo sobre a economia regional dependerá do efeito total que é o somatório do efeito-substituição (que beneficia qx) e o efeito-renda (que prejudica qx).

5.1 Resultados das simulações

A alteração na acessibilidade entre as regiões é, a princípio, uma análise de longo prazo, uma vez que a economia inicialmente ajusta-se devido a mudanças no estoque de capital proveniente dos investimentos necessários à duplicação das rodovias. Ou seja, com a duplicação de uma rodovia o estoque de capital de setor de transporte rodoviário eleva-se. Para simular tal efeito na economia, foi implementado um choque na variável “estoque de capital” (X1CAP) no fechamento de curto prazo, no setor “transporte rodoviário”.

Foi utilizado como *proxy* para a variação do estoque de capital a participação do total duplicado nas simulações em relação à extensão total da rodovia nas seguintes proporções: Nordeste (49,76%), São Paulo (3,9%), Resto do Sudeste (24,34) e Sul (21,97%).

A simulação consistiu então na duplicação dos trechos não duplicados. Como pode ser observado na Tabela 5, a melhoria na acessibilidade não ocorreu em todos os pares de origem-destino. Ou seja, com a análise espacial que este tipo de modelagem proporciona é possível verificar os efeitos diretos e indiretos não somente nas regiões onde foram implementadas as melhorias, como também nas demais regiões.

Tabela 5 - Variação percentual no índice de acessibilidade

BR-101						
	N	NE	CO	SP	RSE	S
N	0	-0,57	0	0	-0,09	-0,04
NE	-0,61	-2,29	-2,91	-3,49	-5,12	-3,83
CO	0	-2,42	0	0	-0,14	-0,22
SP	0	-3,19	0	0	-1,43	-2,36
RSE	-0,67	-9,19	-0,51	-4,98	-0,51	-5,50
S	-0,06	-3,60	-0,37	-2,51	-3,68	-1,13

Fonte: resultados da pesquisa

Melhorias na BR-101, causam impactos satisfatórios na acessibilidade entre quase todas as regiões, mas o destaque é para as regiões Nordeste, Resto do Sudeste e Sul, tanto como origem quanto destino.

Como foi explicado, melhoria na acessibilidade não necessariamente proporciona a uma determinada região resultados apenas satisfatórios, o saldo de ganhos e perdas vai depender fundamentalmente das relações de fluxo de comércio entre elas. Assim, os resultados encontrados devem ser vistos como sinalizadores para a tomada de decisões.

5.2 Resultado em nível nacional – duplicação parcial da rodovia BR-101

Serão apresentados conjuntamente os resultados do choque na variável estoque de capital e no índice de acessibilidade provenientes da duplicação parcial da BR-101. A variação no estoque de capital é uma análise essencialmente de curto prazo e a mudança na acessibilidade de longo prazo. No entanto, para os resultados regionais serão apresentados tanto os resultados de curto quanto de longo prazo, para a mudança na acessibilidade.

De maneira geral, o choque na variável “estoque de capital” do setor “transporte rodoviário”, gerou uma variação positiva no nível de atividade da maioria dos setores, conforme Tabela 6. Como esperado, a maior variação é no próprio setor “transporte rodoviário”, seguido pelo de “construção civil”. Em termos regionais, os maiores

impactos são percebidos nestes mesmos setores, mas com variação mais expressiva nas regiões Nordeste, Resto do Sudeste e Sul.

Além dos setores de transporte rodoviário e construção civil, a variação no estoque de capital causa um efeito positivo relevante nos setores SIUP, Comércio, Outros serviços, Serviços privados não-mercantis e Comunicação. Este resultado é proveniente do efeito-renda. As famílias são os grandes demandantes desses setores. Com o aumento da renda das famílias o nível de atividade desses setores aumenta em resposta ao aumento do consumo.

Tabela 6 - Nível de atividade setorial em termos agregados (%) – choque na variável “estoque de capital” do setor “transporte rodoviário” e no índice de acessibilidade

	Choque na variável “estoque de capital” (curto prazo)	Choque na variável “índice de acessibilidade” (longo prazo)
	BR 101	BR 101
Agropecuária	0,01	0,05
Extrativa Mineral	0,07	0,03
Mineral não Metálico	0,17	0,02
Siderúrgicos, Metais Ferrosos e Outros	-0,05	0,08
Máquinas e Implementos Agrícolas	-0,01	0,07
Elétrico Eletrônico	0,04	0,06
Automóveis, Outros Veículos e Peças	-0,10	0,12
Madeira, Mobiliário, Papel e Gráfica	0,04	0,08
Resto da Transformação	0,01	0,03
Refino de Petróleo	0,04	0,00
Química Diversa	0,01	0,05
Farmácia Veterinária	0,08	0,02
Artigos Plásticos	0,08	0,03
Indústria Têxtil	0,01	0,06
Vestuário e Calçados	0,02	0,07
Produtos Alimentícios	-0,01	0,05
Indústrias Diversas	0,04	0,06
SIUP	0,16	0,02
Construção Civil	0,28	-0,01
Comercio	0,12	0,03
Transporte Rodoviário	0,67	-0,32
Transporte Aéreo	0,10	0,02
Transporte Ferroviário	0,05	0,02
Transporte Hidroviário	0,11	0,02
Atividades Auxiliares de Transporte	0,13	0,02
Comunicações	0,17	0,01
Outros Serviços	0,15	0,02
Administração Pública	0,25	0,00
Serviços Privados não Mercantis	0,34	0,03

Fonte: resultados da pesquisa

Por outro lado, os resultados de longo prazo, referentes à mudança de acessibilidade entre as regiões, apresentam diferenças perceptíveis. Como esperado, o nível de atividade do setor “transporte rodoviário” tem variável negativa, pois melhor acessibilidade se traduz numa menor demanda por margem de transporte rodoviário, o que poderia ser traduzido como uma redução no custo por unidade de produto.

Em termos regionais, a duplicação parcial da BR-101 impacta mais fortemente o setor “transporte rodoviário” da região Nordeste (-0,69%), como também reduz relativamente o nível de atividade desse setor nas regiões Sul (-0,34%), Resto do Sudeste (-0,27%) e São Paulo (-0,27%). Apesar da diferença do número de setores e do tipo de simulação implementada, o resultado encontrado para o comportamento setorial é similar aos encontrados por Almeida (2003) e Haddad (2004). Em ambos os trabalhos a queda no nível de atividade é observada de maneira mais expressiva no setor de transporte com um reflexo positivo na maioria dos demais setores da economia.

Na tabela 7 têm-se os resultados agregados para a simulação de curto prazo (choque na variável “estoque de capital”) e curto e longo prazo (choque no “índice de acessibilidade”). Como pode ser observado, uma variação positiva no estoque de capital causa uma elevação direta na demanda da maioria dos setores da economia, o que por sua vez causa elevação em todos os níveis de preço.

No entanto, com a melhoria da acessibilidade o efeito é inverso. Os índices de preço da economia têm variação negativa devido à redução do preço básico da economia. Há uma queda na demanda por margem de transporte, o que conduz a uma redução no preço dos bens compostos. O preço dos produtos também sofre redução devido à redução de preço dos fatores primários. A queda no nível de atividade do setor “transporte rodoviário” faz reduzir a demanda por fatores primários, aumentando a sua oferta e conseqüentemente, reduzindo seu preço.

É interessante observar, que o aumento do nível de atividade devido à variação positiva no estoque de capital é absorvido pela demanda interna, uma vez que o volume de exportação tem variação negativa. Ao se simular a melhoria na acessibilidade, observa-se uma melhoria na competitividade (devido à redução dos custos de produção) da economia brasileira fazendo com que tanto no curto prazo quanto no longo prazo

parte da produção se direcione para o mercado externo, com os demais componentes da demanda final tendo uma pequena variação negativa.

Tabela 7 - Resultados agregados (%) – choque na variável “estoque de capital” do setor “transporte rodoviário” e no índice de acessibilidade – BR-101

	Choque na variável “estoque de capital” (curto prazo)	Choque na variável “índice de acessibilidade”	
		Curto Prazo	Longo Prazo
Preços			
Índice de preços ao consumidor	0,17	-0,03	-0,07
Índice de preços das exportações	0,15	-0,02	-0,05
Índice de preços do investimento	0,53	-0,02	-0,06
Demanda Agregada			
Consumo real total das famílias	0,26	-0,001	-0,001
Gastos em Investimento real agregado	0,31	-	-0,009
Demanda real regional agregada	0,24	-0,008	-0,002
Demanda real federal agregada	0,26	-0,009	-0,001
Volume das Exportações	-0,77	0,11	0,30
Fatores Primários			
Emprego nacional	0,21	-0,017	0,013
Estoque de capital agregado	0,15	-	-0,001
Pagamentos agregados ao trabalho	0,33	-0,038	-0,08
Pagamentos agregados ao capital	0,56	-0,036	-0,05
Indicador Agregado			
PIB real	0,14	0,023	0,05

Fonte: resultados da pesquisa

A melhoria na acessibilidade causa no curto prazo, uma queda no nível de emprego nacional. Este resultado é reflexo da queda do nível de atividade do setor de transporte rodoviário. No longo prazo no entanto, com a elevação mais forte do nível de atividade a situação se inverte e o emprego nacional passa a ter variação positiva. Apesar deste resultado, a variação na quantidade não foi suficiente para elevar a massa

salarial em termos nominais, observando variação negativa no preço dos fatores primários.

Em termos monetários e com o valor do PIB de 2004, a variação no estoque de capital da BR-101 incrementa o PIB nacional na ordem de R\$ 2,141 bilhões. O PIB da região Nordeste é o que sofre a maior variação, 0,51%, seguido pela região Resto do Sudeste com 0,16%.

No caso da melhoria na acessibilidade os resultados se invertem e, são maiores na simulação de longo prazo. Em termos monetários e com o valor do PIB de 2004, a duplicação da BR-101 incrementa o PIB na ordem de R\$ 750 milhões.

Serão apresentados a seguir os resultados regionais. A análise se restringirá aos resultados das simulações devido à mudança no nível de acessibilidade.

No curto prazo, com a imobilidade dos fatores de produção entre as regiões, o efeito da melhoria da acessibilidade depende dos coeficientes estruturais. Ou seja, as relações comerciais entre as regiões no ano base, vão de maneira geral, indicar a direção dos efeitos de curto prazo. No longo prazo, no entanto, efeitos de re-localização podem ser observados, uma vez que capital e trabalho podem se mover entre as regiões. Neste ponto, Haddad (2004), chama a atenção para a importância dos parâmetros comportamentais do modelo, principalmente das elasticidades de comércio regional.

5.3 Resultado regional – duplicação parcial da BR-101 (alteração na acessibilidade)

No curto prazo, com os fatores capital e trabalho imóveis entre as regiões, a duplicação da BR-101 intensifica de forma mais expressiva o fluxo de comércio entre as regiões diretamente afetadas pela mudança no índice de acessibilidade. A região Nordeste (origem) é a que sofre as maiores alterações. Esta região passa a vender proporcionalmente mais para as demais regiões e comprar proporcionalmente menos. No curto prazo somente as regiões Nordeste e Centro-Oeste têm variação positiva nas exportações inter-regionais; 0,02% e 0,006%, respectivamente. No curto prazo, também a região Nordeste é a mais beneficiada em termos de exportações internacionais (0,15%); em todas as demais regiões a variação é relativamente menor.

Os resultados mais relevantes, no entanto, são os de longo prazo. As regiões São Paulo, Sul e Resto do Sudeste parecem atrair para si, com maior intensidade, os benefícios da melhoria da acessibilidade entre as regiões. Neste ponto pode se observar o efeito re-localização; a porção centro-sul do país é a que percebe a maior intensificação no fluxo de comércio. Há uma intensificação das exportações internacionais de todas as regiões, com destaque para São Paulo (0,25%).

Considerando os resultados macroeconômicos em nível regional, os principais indicadores econômicos estão apresentados na Tabela 8. No curto prazo a região que percebe a maior variação percentual no PIB é a região Nordeste. O incremento no PIB da região Nordeste é da ordem de R\$ 88 milhões. No longo prazo, no entanto, a situação se inverte, com os benefícios sendo direcionados para as regiões mais dinâmicas do país. Os PIB's das regiões centro-sul (Sul, São Paulo e Resto do Sudeste) têm as maiores variações. Os benefícios se direcionam para as regiões mais integradas em termos de consumo de bens finais. As regiões Norte e Centro-Oeste captam também, de forma mais favorável que a região Nordeste, os benefícios da duplicação parcial da BR-101.

Tabela 9 - Resultados regionais selecionados - variação percentual

	PIB		Consumo das Famílias		Emprego	
	Curto Prazo	Longo Prazo	Curto Prazo	Longo Prazo	Curto Prazo	Longo Prazo
N	0,02	0,04	0,005	0,010	0,009	0,033
NE	0,04	0,00	-0,041	-0,080	-0,056	-0,057
CO	0,01	0,02	-0,003	-0,019	-0,001	0,000
SP	0,02	0,06	-0,003	0,023	0,001	0,051
Resto do SE	0,02	0,05	-0,001	0,014	-0,003	0,036
S	0,03	0,08	-0,003	0,030	-0,003	0,056

Fonte: resultados da pesquisa

O consumo das famílias, que é função da renda disponível, tem variação negativa na região Nordeste, tanto no curto quanto no longo prazo. Este resultado é reflexo direto da queda da renda dos fatores primários devido à sua menor demanda. Apesar do nível de atividade da maioria dos setores crescer no longo prazo, a queda no

nível de atividade do setor de transporte rodoviário e construção civil suplanta a variação positiva dos demais setores resultando em menor demanda pelo fator trabalho, o que por sua vez reduz a renda disponível das famílias, refletindo em menor consumo.

A demanda por fatores primários, que é um dos componentes da renda disponível das famílias, também afeta diretamente o nível de emprego da economia. O nível de emprego por região varia na mesma proporção que a demanda por trabalho. Em média, somente a região Nordeste tem variação negativa na demanda setorial por trabalho. Este resultado é reflexo da variação negativa, relativamente grande, na demanda por trabalho do setor de transporte rodoviário (0,88%). A renda disponível das famílias também é afetada pela variação da população regional. Somente as regiões Nordeste e Centro-Oeste têm variação negativa na população regional (-0,07% e -0,01% respectivamente). Dado que um dos componentes da demanda das famílias por bens compostos é a variação da população, a variação negativa contribui para a queda do consumo das famílias.

No longo prazo, a despeito da melhoria na acessibilidade da região Nordeste com as demais regiões ser relativamente maior do que entre as demais ligações, o efeito sobre a economia nordestina suscita a discussão a respeito da concentração espacial das atividades econômicas. Não deixando de lado a estrutura do modelo no que diz respeito aos parâmetros comportamentais, este resultado aponta para duas análises importantes no âmbito do desenvolvimento regional. Primeiro, o resultado reforça a fraca ligação comercial da região Nordeste com as demais regiões, uma vez que no ano base, em torno de 88% dos bens produzidos nesta região tiveram como destino a própria região. Ou seja, a melhoria da acessibilidade por si só, não é capaz de alavancar o crescimento de uma região deprimida, quando a acessibilidade relativa das economias dinâmicas também sofre variação positiva. Segundo, a variação próxima de zero do PIB no longo prazo, mostra que a região Nordeste sofre negativamente com a possibilidade de mobilidade dos recursos entre as regiões. Na competição, as regiões mais dinâmicas são as vencedoras.

Ressalte-se ainda, que a infra-estrutura econômica, notadamente a de transporte e comunicação está entre os fatores que conduzem à concentração espacial da indústria, além da proximidade dos mercados, universidades, centros de pesquisa, dentre outros fatores.

Apesar de aparentemente perversos, estes resultados são coerentes com estudos recentes que buscaram avaliar desenvolvimento regional e a disponibilidade de infraestrutura; uma vez que não se deve deixar de lado o efeito de transbordamento, característico da infra-estrutura de transporte.

No trabalho desenvolvido por Barros e Raposo (2002) buscou-se avaliar os investimentos em infra-estrutura e desenvolvimento regional no Brasil. Utilizando-se de ferramental econométrico os autores avaliaram que para a maioria dos indicadores de infra-estrutura (quilômetros de rodovia e ferrovia, número de telefones fixos por habitante, consumo per capita de energia elétrica e percentual de domicílios conectados à rede de esgoto), quanto maior a sua disponibilidade em relação ao padrão nacional, maior a competitividade relativa de uma região e, conseqüentemente, maior tenderá a ser o seu PIB per capita.

Os autores argumentam que, a princípio, a utilização de investimentos em infra-estrutura como instrumento de política regional deveria levar as regiões Norte e Nordeste (por serem as mais pobres do país) a terem a maior disponibilidade relativa de infra-estrutura econômica quando se controla no modelo população, área geográfica de cada estado, PIB per capita, densidade demográfica e nível de urbanização. No entanto, os resultados encontrados não confirmaram esta hipótese.

No trabalho desenvolvido por Martin e Rogers (1995), apesar dos autores terem avaliado o impacto da infra-estrutura pública na decisão da localização industrial quando se considera a integração comercial entre países, os resultados apontam para um maior nível de concentração em direção às regiões mais dinâmicas quando melhorias na infra-estrutura de transporte são implementadas simultaneamente em regiões pobres e ricas. Os autores mostram que se em um determinado país a concentração industrial tem alguns efeitos negativos, políticas de infra-estrutura pública poderiam ser usadas como um instrumento para modificar a geografia econômica do país. No entanto, os resultados apontam para o fato de que muitas vezes as políticas são viesadas em favor da infra-estrutura que facilita mais o comércio intra-regional do que inter-regional.

Neste sentido, os resultados mostram que o investimento em infra-estrutura de transporte que melhora a acessibilidade relativa tanto de regiões mais desenvolvidas quanto menos desenvolvidas, pode sim exacerbar a distância econômica entre as regiões.

6 Considerações finais

Os resultados deste trabalho mostram que em ambas as simulações, os resultados foram condizentes com os esperados. A menor necessidade de demanda por margem de transporte devido à melhoria da acessibilidade entre as regiões faz reduzir o nível de atividade do setor de transporte rodoviário, o qual libera fatores primários para os demais setores da economia implicando, num primeiro momento, em menor nível de preços e, conseqüentemente em maior nível de produção em resposta à maior demanda.

A melhoria da BR-101, uma das mais importantes ligações rodoviárias entre as regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país, apontam para difícil situação da região Nordeste em relação às demais regiões brasileiras. Os resultados de longo prazo mostram uma perda relativa do Nordeste em relação às regiões mais dinâmicas do país, quando se considera a variação do PIB. Ou seja, a melhoria da infra-estrutura num contexto inter-regional, implica que regiões mais dinâmicas atraem para si os benefícios de um melhor fluxo de comércio. Neste sentido, a dependência do Nordeste com respeito ao comércio intra-regional é exacerbada com a melhoria da acessibilidade entre as regiões.

Tem-se assistido a caótica situação das estradas brasileiras e a dificuldade enfrentada pelo Estado na implementação de melhorias na infra-estrutura de transporte. Diante disso, as discussões têm sido direcionadas na busca de soluções no que diz respeito às formas de financiamento dos investimentos necessários às melhorias das estradas brasileiras. As Parcerias Público-Privadas – PPA têm surgido como uma solução no equacionamento da falta de recursos financeiros do Estado. Por outro lado, a iniciativa privada precisa ter ferramentas que ajudem a conhecer os impactos econômicos de tais investimentos, uma vez que os retornos financeiros dependerão do fluxo de mercadorias e pessoas transportadas através das estradas.

Assim, espera-se com esta metodologia uma contribuição para avaliação e hierarquização, em termos espaciais, dos principais impactos econômicos de melhorias das estradas brasileiras, podendo servir como um subsídio importante das implicações sócio-econômicas para implementação de políticas de transporte.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. C. (2006). **Crescimento sócio-econômico da região sul de Santa Catarina e sua relação com a construção da BR-101**. 2006. 52p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Departamento de Economia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ALMEIDA, E.S. (2003). **Um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para planejamento e análise de políticas de transporte**. 2003. 231 p. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo,.
- ARAÚJO, M.P. (2006). **Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional**. 2006. 114 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BARROS, A.R.; RAPOSO, I. (2002). Dotação de infraestrutura como limitante para a redução de disparidades regionais no Brasil. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABER, 2002. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério dos Transportes (2003a). **Banco de informações e mapas de transporte**. Brasília. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério do Planejamento (2003b). **Plano Plurianual 2004/2007**. [Mensagem presidencial]. Disponível em: <<http://www.ministeriodoplanejamento.gov.br>>. Acesso em: 20 set.
- CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ENGENHARIA DOS TRANSPORTES – CENTRAN (2006). **BR-101 NE**. Disponível em: <http://www.centran.eb.br/br_101_ne_04.htm> Acesso em: 08 jul.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI (1998). **Custo Brasil**. Brasília. 70 p.
- DIXON, P.B.; PARMENTER, B.R.; SUTTON, J.; VICENT, D.P. (1997). **ORANI: a multisectoral model of australian economy**. Amsterdam: North-Holland. 372 p.
- GRUPO EXECUTIVO DE INTEGRAÇÃO DA POLÍTICA DE TRANSPORTE (GEIPOT) (2001). **Anuário estatístico do transporte**, Brasília, v. 27, p. 343. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br>>. Acesso em: 18 nov. 2003.
- GUTIÉRREZ, J.; URBANO, P. (1996). Accessibility in European Union: the impact of the trans-European road network. **Journal of Transport Geography**, Pergamon, v. 4, n. 1, p. 15-25, Mar.

HADDAD, E.A. (2004). **Retornos crescentes, custos de transportes e crescimento regional**. 203 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HARRIS, C.D. The market as a factor in the localization of industry in the United States. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 44, p. 315-348, 1954.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (2001). **IPEADATA**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2004.

ISARD, W.; BRAMAHALL, D.F. (1960). Gravity, potential and spatial interaction models. ISARD, W.; BRAMAHALL, D.F. (Org.). In: **Methods of regional analysis: an introduction to regional science**. New York: MIT Technology Press, chap. 11, p. 493-568.

KIM, E.; HEWINGS, G.J.D.; HONG, C. (2002). **An application of integrated transport network – multiregional CGE model I: a framework for economic analysis of highway project**. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, Regional Economics Applications Laboratory. 37 p. (Discussion Paper, REAL T-12).

KIM, E.; HEWINGS, G.J.D. (2003). **An application of integrated transport network: multiregional CGE model II: calibration of network effects of highway**. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, Regional Economics Applications Laboratory. 35 p. (Discussion Paper, REAL T-24).

LAVINAS, L.; GARCIA, E.H.; AMARAL, M.R. (1997). **Desigualdades regionais e retomada do crescimento num quadro de integração econômica**. Rio de Janeiro: IPEA, mar. 30 p. (IPEA. Texto para discussão, 466).

MARTIN, P.; ROGERS, C.A. (1995). Industrial location and public infrastructure. **Journal of International Economics**, Amsterdam, v. 39, p. 335-351, Nov.

NIJKAMP, P.; RIETVELD, P.; SNICKARS, F. (1986). Regional and multiregional economic models: a survey. In: NIJKAMP, P. (Coord.). **Handbook of regional and urban economics**. Amsterdam: Elsevier. v. 1, chap. 7, p. 258-294.

PETER, W.W.; HORRIDGE, M.; MEGHER, G.A.; NAVQUI, F.; PARMENTER, B.R. (1996). **The theoretical structure of MONASH-MRF**. Clayton: Center of Policy Studies. 121 p. (Preliminary working paper, OP-85). Disponível em: <<http://www.monash.edu.au/polycy>>. Acesso em: 18 jun. 2003.